

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 30 864 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 44 30 864.7
㉑ Anmeldetag: 31. 8. 94
㉒ Offenlegungstag: 7. 3. 96

㉓ Int. Cl.⁶:
H 04 B 1/66
H 04 B 14/00
H 04 L 5/02
H 04 J 3/22
H 03 M 7/30

DE 44 30 864 A 1

㉔ Anmelder:
Corporate Computer Systems Europe GmbH, 85399
Hallbergmoos, DE

㉕ Erfinder:
Wiese, Detlef, 85399 Hallbergmoos, DE

㉖ Verfahren zum unbemerktem Übertragen und/oder Speichern von Zusatzinformationen innerhalb eines quellencodierten, datenreduzierten Audiosignals

㉗ Um bei der Übertragung und/oder Speicherung von digitalisierten, datenreduzierten Tonsignalen zusätzliche Datensignale übertragen und/oder speichern zu können, werden ein oder mehrere der niederwertigen Bits des digitalisierten, datenreduzierten Tonsignals diesen Datensignalen zugewiesen und dem Tonsignal entwendet. Dabei wird das ursprüngliche Datenformat beibehalten, so daß ein bestehender Empfänger der keine Kenntnis hinsichtlich des Vorhandenseins und der Decodierung der Datensignale hat, diese nicht auswerten kann, jedoch weiterhin das digitalisierte und ggf. datenreduzierte Tonsignal decodiert. Ein neuer Empfänger, der Kenntnis über diese Codiervorschrift hat, decodiert sowohl das Tonsignal als auch die Datensignale.

DE 44 30 864 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Europäischen Patentschrift 290581 bekannt.

Bei der bitratenreduzierenden Codierung von Tonsignalen, die bereits in digitalisierter Form, z. B. 48 kHz Abtastfrequenz/16-bit-Auflösung, vorliegen, ist es aus der EP 290581 bekannt, psychoakustische Phänomene der Wahrnehmung von Tonsignalen derart zu nutzen, daß die ursprüngliche Bitrate erheblich reduziert wird. Solche Verfahren sind unter dem Namen Quellcodierung geläufig und standardisiert (ISO 11172-3).

In einigen Ausführungen von Quellcodierverfahren wird die Möglichkeit vorgesehen, neben dem digitalisierten, datenreduzierten Audiosignal zusätzliche Daten zu übertragen. Das dafür vorgesehene Übertragungs- bzw. Speicherungsformat sieht üblicherweise eine Trennung zwischen Audiosignal und Zusatzdaten vor. Die insgesamt für das Ton- und Datensignal zur Verfügung stehende Datenrate ist in der Regel konstant und kann weitgehendst flexibel auf Ton- und Datensignal aufgeteilt werden. Dabei sind standardisierten Empfängern sowohl die Ton- als auch die Datensignale zugänglich und können beide decodiert werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dahingehend zu verbessern, daß in einem digitalisierten und datenreduzierten Tonsignal noch weitere Zusatzinformationen übertragen bzw. gespeichert werden können und daß sich diese zusätzlich übertragenen bzw. gespeicherten Datensignale bei der konventionellen Dekodierung durch bereits bestehende Empfänger nicht störend auswirken. Sie werden im Datenrahmen versteckt.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung findet Anwendung bei einer Übertragung bzw. Speicherung digitaler und nach psychoakustischen Gesichtspunkten datenreduzierter Tonsignale. Dies trifft zu für alle Systeme, wie Transformations- und Teilbandcodierverfahren, Kombinationen daraus und andere Toncodierverfahren.

Die Erfindung macht sich bestimmte Eigenschaften solcher Verfahren nutzbar. Typischerweise zu übertragende bzw. zu speichernde Tonsignale haben einen sich zeitlich und spektral ändernden Amplitudenverlauf. In erster Annäherung führt dies bei der Anwendung eines nach psychoakustischen Gesichtspunkten arbeitenden Datenreduktionsverfahrens zu einer variablen Datenrate. Diese variable Datenrate ist bei hochqualitativen Verfahren so gewählt, daß möglichst keine subjektiv wahrnehmbaren Beeinträchtigungen stattfinden.

Da diese Datenreduktionsverfahren aus zeitlich aufeinanderfolgende Datenrahmen aufgebaut sind, die aus Steuerinformation, Skalenfaktoren und datenreduzierten Abtastwerten bestehen, resultiert diese variable Datenrate in aufeinanderfolgende Datenrahmen unterschiedlicher Länge. Für die Übertragung bzw. Speicherung von Signalen und hier insbesondere Tonsignalen stehen normalerweise Kanäle konstanter Kapazität zur Verfügung. Aus diesem Grund werden den zu reduzierenden Daten solange mehr Bits zur Verfügung gestellt, bis die konstante und für die Anwendung verlangte Datenrate erreicht ist. Gegebenenfalls muß die wie auch immer bestimmte, evtl. errechnete Datenrate reduziert

werden. Um zu vermeiden, daß subjektiv wahrnehmbare Beeinträchtigungen stattfinden, wird die konstante Datenrate so gewählt, daß stets oder zumindest meistens ein Abstand zur variablen Datenrate gewährleistet ist, d. h. das Verhältnis zwischen Mithörschwelle und Quantisierungsrauschen ist größer als das nach psychoakustischen Kriterien notwendige Verhältnis. Daraus folgt daß einige der für die Übertragung bzw. Speicherung verwendeten niederwertigen Bits bestimmter Teilbänder bzw. Spektralbereiche nicht zur Erhöhung der subjektiven Qualität beitragen.

In einem ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nur diese Bits für die Übertragung bzw. Speicherung von Zusatzinformationen genutzt. Dies führt bei dem Eingangs bereits erwähnten eingeführten bzw. standardisierten Empfänger zu keiner Änderung der Funktionalität und subjektiven Qualität. Er dekodiert das digitale und datenreduzierte Tonsignal, wobei die in den niederwertigen Bits steckenden Zusatzinformationen als Tonsignal bewertet werden. Die Qualität des dekodierten Tonsignals wird nicht verschlechtert, da es sich bei den niederwertigen Bits um solche handelt, die aufgrund einer Erhöhung der Datenrate zugewiesen wurden, nicht jedoch aufgrund psychoakustischer Aspekte zur Auflösung des Tonsignals notwendig gewesen wären. Ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren neu zu entwickelnder Empfänger dekodiert das Tonsignal und leitet aus den niederwertigen Bits die Zusatzinformationen ab. Dieser Empfänger muß Kenntnis hinsichtlich der Position der für die Zusatzinformation genutzten Bits haben oder darüber mit Hilfe einer Steuerinformation in Kenntnis gesetzt werden.

Diese Steuerinformation gibt an, wo die Zusatzinformationsbits liegen und, falls die dafür vorgesehene Datenrate variabel ist, in welchen Teilbändern bzw. Spektralbereichen niederwertige Bits für die Zusatzinformation genutzt werden.

In einem zweiten Schritt wird die für eine bestimmte Anwendung verwendete Datenrate mit der Absicht erhöht, mehr Bits für die Übertragung bzw. Speicherung von Zusatzinformation zu schaffen.

In einem dritten Schritt werden mehr Bits für die Übertragung bzw. Speicherung von Zusatzinformation verwendet als dies aus psychoakustischen Aspekten zulässig wäre. Dies kann bei der Dekodierung des digitalisierten und datenreduzierten Tonsignals zu subjektiv wahrnehmbaren Beeinträchtigungen führen, da ggf. bestimmte niederwertige Bits dem Tonsignal entwendet werden, die mehr oder weniger wichtige Toninformation tragen. Dennoch kann dieser dritte Schritt sinnvoll sein, wenn es für eine bestimmte Anwendung wichtiger ist, mehr Zusatzinformation zu übertragen und gleichzeitig mehr oder weniger subjektive wahrnehmbare Beeinträchtigungen im Tonsignal hinnehmbar sind.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in den beigefügten 3 Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild des sendeseitigen Encoders eines Datenreduktionsverfahrens in den Ausführungen

- a) ohne Zusatzinformation
- b) mit Zusatzinformation, konventionell eingefügt
- c) mit Zusatzinformation, erfindungsgemäß eingefügt,

Fig. 2 den Aufbau eines Datenrahmens in den Ausführungen

- a) mit konventionell angehängter Zusatzinformation
 b) mit zusätzlich erfindungsgemäß eingefügter Zusatzinformation,

Fig. 3 den Aufbau eines vergrößerten Datenrahmens in den Ausführungen

- a) mit konventionell angehängter Zusatzinformation
 b) mit zusätzlich erfindungsgemäß eingefügter Zusatzinformation.

Eigenheiten des dargestellten Beispiels sind:

- das Tonsignal ist monophon,
- es ist ein Teilbandcodierverfahren,
- die Anzahl der Teilbänder beträgt vier
- die Anzahl der Abtastwerte pro Teilband beträgt drei.

Fig. 1a zeigt den Aufbau des sendeseitigen Encoders. Das analog bzw. digital vorliegende Tonsignal 10 wird einer Filterbank 20 zugeführt, die das Tonsignal in vier Teilbänder 30, 31, 32 und 33 zerlegt. Die Teilbandsignale 30 bis 33 und das Tonsignal 10 werden der Stufe 40 zur psychoakustischen Analyse zugeführt. Aufgrund einer dort durchgeführten Mithörschwellenberechnung werden der Bitzuweisungsstufe 45 Informationen 41 mitgeteilt, um die notwendige Quantisierung für die Teilbandsignale zu errechnen. Der Ausgang 50 der Bitzuweisungsstufe 45 beinhaltet eine Steuerinformation für die Datenreduktionsstufe 60, die die Teilbandsignale hinsichtlich ihrer Auflösung reduziert. Die reduzierten Teilbandsignale 70, 71, 72 und 73 werden zusammen mit der Steuerinformation 50 dem Multiplexer 80 zugeführt, dessen Ausgang 90 die Steuerinformation und die reduzierten Teilbandsignale in einem Datenrahmen für die Übertragung und/oder Speicherung bereitstellt.

Fig. 1b zeigt den Aufbau des sendeseitigen Encoders, der zusätzlich Datensignale in den zu übertragenden und/oder speichernden Datenrahmen einfügt. Das analog bzw. digital vorliegende Tonsignal 10 wird einer Filterbank 20 zugeführt, die das Tonsignal in vier Teilbänder 30, 31, 32 und 33 zerlegt. Die Teilbandsignale 30 bis 33 und das Tonsignal 10 werden der Stufe 40 zur psychoakustischen Analyse zugeführt. Aufgrund einer dort durchgeführten Mithörschwellenberechnung werden der Bitzuweisungsstufe 45 Informationen 41 mitgeteilt, um die notwendige Quantisierung für die Teilbandsignale zu errechnen. Das Datensignal 11 wird zusätzlich der Bitzuweisungsstufe 45 zugeführt, um entsprechend der Menge der zusätzlich zu übertragenden bzw. zu speichernden Datensignale die für die Datenreduktion korrekte Steuerinformation 50 zu berechnen. Der Ausgang 50 der Bitzuweisungsstufe 45 beinhaltet eine Steuerinformation für die Datenreduktionsstufe 60, die die Teilbandsignale hinsichtlich ihrer Auflösung reduziert. Die reduzierten Teilbandsignale 70, 71, 72 und 73 werden zusammen mit der Steuerinformation 50 und dem Datensignal 11 dem Multiplexer 80 zugeführt, dessen Ausgang 90 die Steuerinformation, die reduzierten Teilbandsignale und das Datensignal in einem Datenrahmen für die Übertragung und/oder Speicherung bereitstellt.

Fig. 1c zeigt den Aufbau des sendeseitigen Encoders, der zusätzlich zu dem in 1b eingefügten Datensignal weitere Datensignale 12 in den zu übertragenden und/

oder speichernden Datenrahmen einfügt. Das analog bzw. digital vorliegende Tonsignal 10 wird einer Filterbank 20 zugeführt, die das Tonsignal in vier Teilbänder 30, 31, 32 und 33 zerlegt. Die Teilbandsignale 30 bis 33 und das Tonsignal 10 werden der Stufe 40 zur psychoakustischen Analyse zugeführt. Aufgrund einer dort durchgeführten Mithörschwellenberechnung werden der Bitzuweisungsstufe 45 Informationen 41 mitgeteilt, um die notwendige Quantisierung für die Teilbandsignale zu errechnen. Das Datensignal 11 wird der Bitzuweisungsstufe 45 zugeführt, um entsprechend der Menge der zusätzlich zu übertragenden bzw. zu speichernden Datensignale die für die Datenreduktion korrekte Steuerinformation 50 zu berechnen. Das Datensignal 12 wird zusätzlich der Bitzuweisungsstufe 45 zugeführt, damit dort festgelegt werden kann, an Stelle welcher der zu übertragenden bzw. zu speichernden datenreduzierten Teilbandsignale die zusätzlichen Datensignale 12 eingefügt werden können. Der Ausgang 50 der Bitzuweisungsstufe 45 beinhaltet eine Steuerinformation für die Datenreduktionsstufe 60, die die Teilbandsignale hinsichtlich ihrer Auflösung reduziert und die Datensignale 12 an Stelle bestimmter datenreduzierter Teilbandsignale einfügt. Die reduzierten Teilbandsignale 70, 71, 72 und 73, sowie die darin enthaltenen Datensignale 12 werden zusammen mit der Steuerinformation 50 und dem Datensignal 11 dem Multiplexer 80 zugeführt, dessen Ausgang 90 die Steuerinformation, die reduzierten Teilbandsignale und das Datensignal in einem Datenrahmen für die Übertragung und/oder Speicherung bereitstellt.

Fig. 2a zeigt den Aufbau eines für die Übertragung und/oder Speicherung vorgesehenen Datenrahmens beispielhaft wird hier ein Übertragungsrahmen für das Zeitintervall t dargestellt. Üblicherweise werden für die Übertragung und/oder Speicherung solche Datenrahmen der Zeitintervalle $t, t+1, \dots, t+n$ aneinandergereiht. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, daß es sich um eine Codierung handelt, die das Tonsignal spektral in vier Teilbänder zerlegt und die Höhe der für die Teilbandabtastwerte notwendigen Quantisierung bestimmt und diese mit einer Steuerinformation einem Decoder mitteilt. Der Datenrahmen besteht somit aus einer Steuerinformation S und Teilbandinformation T . Die Steuerinformation legt den Aufbau des Datenrahmens fest, da dieser hinsichtlich der Verteilung der zur Verfügung stehenden Datenrate auf die einzelnen Teilbänder zum nächsten Zeitintervall variieren kann. Sie gibt an wie lang der Datenrahmen und wie hoch die Quantisierung der Teilbandabtastwerte ist. Die Anzahl der Teilbänder ist hier beispielhaft auf 4, T_0, T_1, T_2, T_3 , beschränkt und in jedem Teilband befinden sich die drei Teilbandabtastwerte $A_{1,0}, A_{2,0}, A_{3,0}, A_{1,1}$, usw. Diese Abtastwerte sind in Abhängigkeit des Tonsignals codiert und die für die Abtastwerte benutzte Quantisierung kann sich von Datenrahmen zu Datenrahmen ändern. Beispielhaft sind hier die Abtastwerte des Teilband T_0 mit 4 bit, T_1 mit 3 bit, T_2 und T_3 mit 2 bit quantisiert, wobei die höherwertigen Bits links und die niederwertigen Bits rechts stehen. Da die Summe der für die Teilbandabtastwerte und Steuerinformation benötigten Bitrate kleiner sein kann als die in der Steuerinformation indizierten Bitrate, können am Ende des Datenrahmens freie Bits verbleiben, die für die Übertragung von anderen Datensignalen dienen. Dabei können standardisierten Empfängern sowohl die Ton- als auch ggf. die Datensignale zugänglich sein und decodiert werden.

Fig. 2a zeigt wie zusätzliche Datensignale in dem in Fig. 2a beschriebenen Datenrahmen versteckt werden. Die niederwertigsten Bits der Teilbänder T_0 und T_1 werden mit Datensignalen (schraffiert) belegt. Dadurch wird die für das digitalisierte und datenreduzierte Tonsignal verwendete Bitrate um die für die Datensignale verwendeten Bits reduziert. Durch diese Maßnahme wird zwar der Signal-Rauschabstand verringert und ggf. sogar die subjektive wahrnehmbare Tonsignalqualität verschlechtert, jedoch zusätzliche Kapazität in kompatibler Form für die Datenübertragung geschaffen.

Fig. 3a zeigt einen Datenrahmen, der prinzipiell wie der in Fig. 2a aufgebaut ist, dessen absolute Länge, d. h. Bitrate jedoch gegenüber der in Fig. 2a entsprechend des Unteranspruchs 6 erhöht wurde und somit den Abtastwerten in den Teilbändern eine höhere Quantisierung als für die Übertragung und/oder Speicherung notwendige Quantisierung zugewiesen wurde. Fig. 3b zeigt die Belegung einer bestimmten Anzahl von niederwertigen Bits (schraffiert) der Abtastwerte für die zusätzlich unbemerkt zu übertragenden oder zu speichernden Daten. Durch diese Maßnahme wird der Signal-Rauschabstand verringert. Die subjektiv wahrnehmbare Tonsignalqualität verschlechtert sich mindestens solange nicht, bis die Anzahl der für die zusätzlichen Datensignale belegten Bits die durch Erhöhung der Bitrate verfügbare Anzahl an Bits nicht übersteigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen und/oder Speichern von Zusatzinformationen innerhalb des Datenstroms eines quellencodierten, nach psychoakustischen Kriterien datenreduzierten Audiosignals, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb selektierter Teilbänder oder Spektralbereiche des Audiosignals ausgewählte Bits der quellencodierten Teilband- bzw. Spektralabtastwerte ersetzt werden durch Bits der Zusatzinformation.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Position und/oder Anzahl der ersetzten Bits von einer Steuerinformation festgelegt werden, welche ggfs. Bestandteil der Zusatzinformation ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Inhalt der Steuerinformation mit aufeinanderfolgenden Datenrahmen des Datenstroms und somit auch ggf. die Bitrate der zu übertragenden und/oder zu speichernden Daten geändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die für die Übertragung bzw. Speicherung des Audiosignals benötigte bzw. benutzte Bitrate erhöht wird und daß alle oder Teile der dadurch zusätzlich geschaffenen Bits für die Übertragung bzw. Speicherung von Zusatzinformation verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlich geschaffenen Bits für die Übertragung bzw. Speicherung weiterer vorher nicht übertragener bzw. gespeicherter Teilbänder verwendet werden und daß die in diesen Teilbändern übertragenen bzw. gespeicherten Bits für die Übertragung bzw. Speicherung von Zusatzinformationen verwendet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem in dem quellencodierten, datenreduzierten Audiosignal Skalenfaktoren mitübertragen bzw. mit-

gespeichert werden, dadurch gekennzeichnet, daß für die Belegung mit Zusatzinformationen solche Teilbänder bzw. Spektralbereiche ausgewählt werden, deren Skalenfaktoren zu Null oder nahe zu Null gesetzt werden können.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Selektion der mit Zusatzinformationen belegten Teilbänder bzw. Spektralbereiche nach psychoakustischen Kriterien erfolgt dahingehend, daß Teilbänder bzw. Spektralbereiche mit dem größten Verhältnis zwischen Mithörschwelle und Quantisierungsrauschen bevorzugt verwendet werden.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

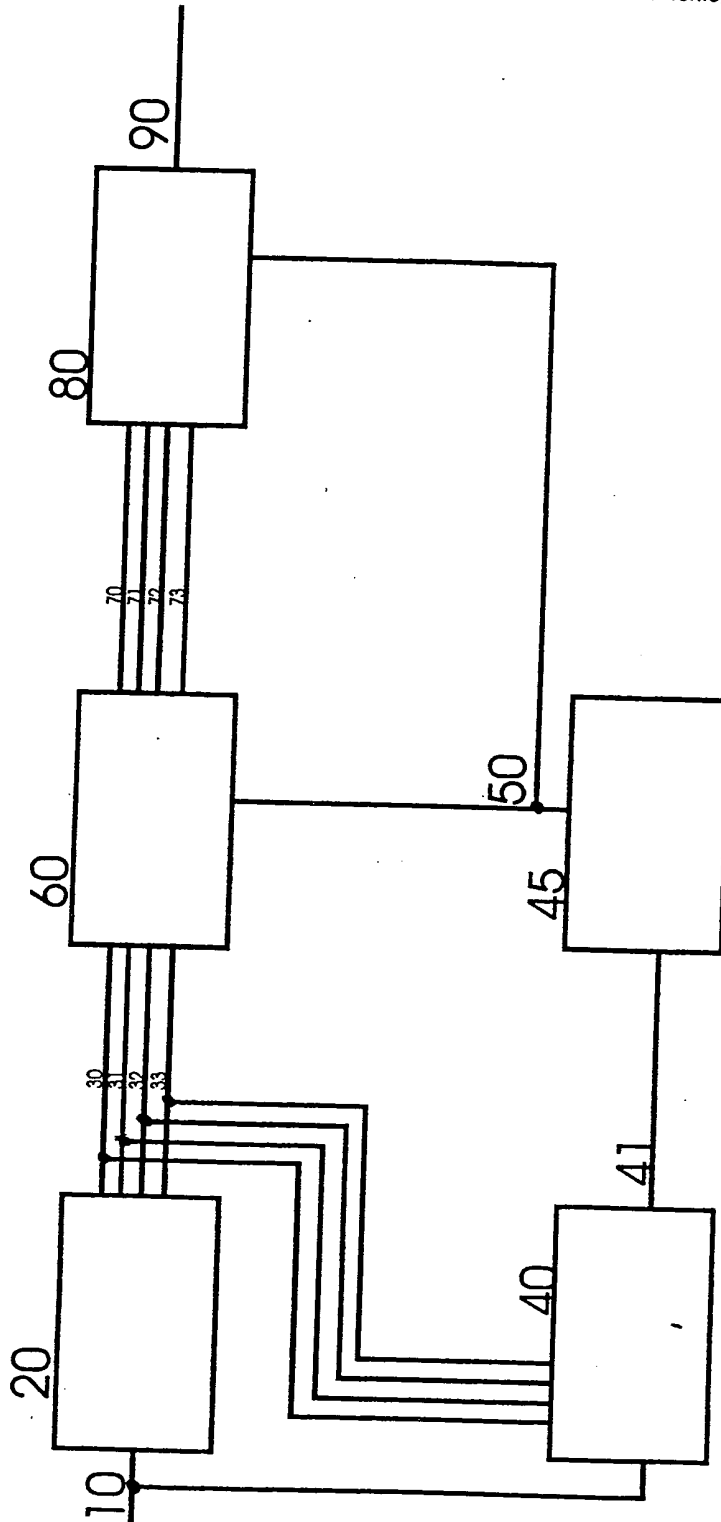


Fig. 1a

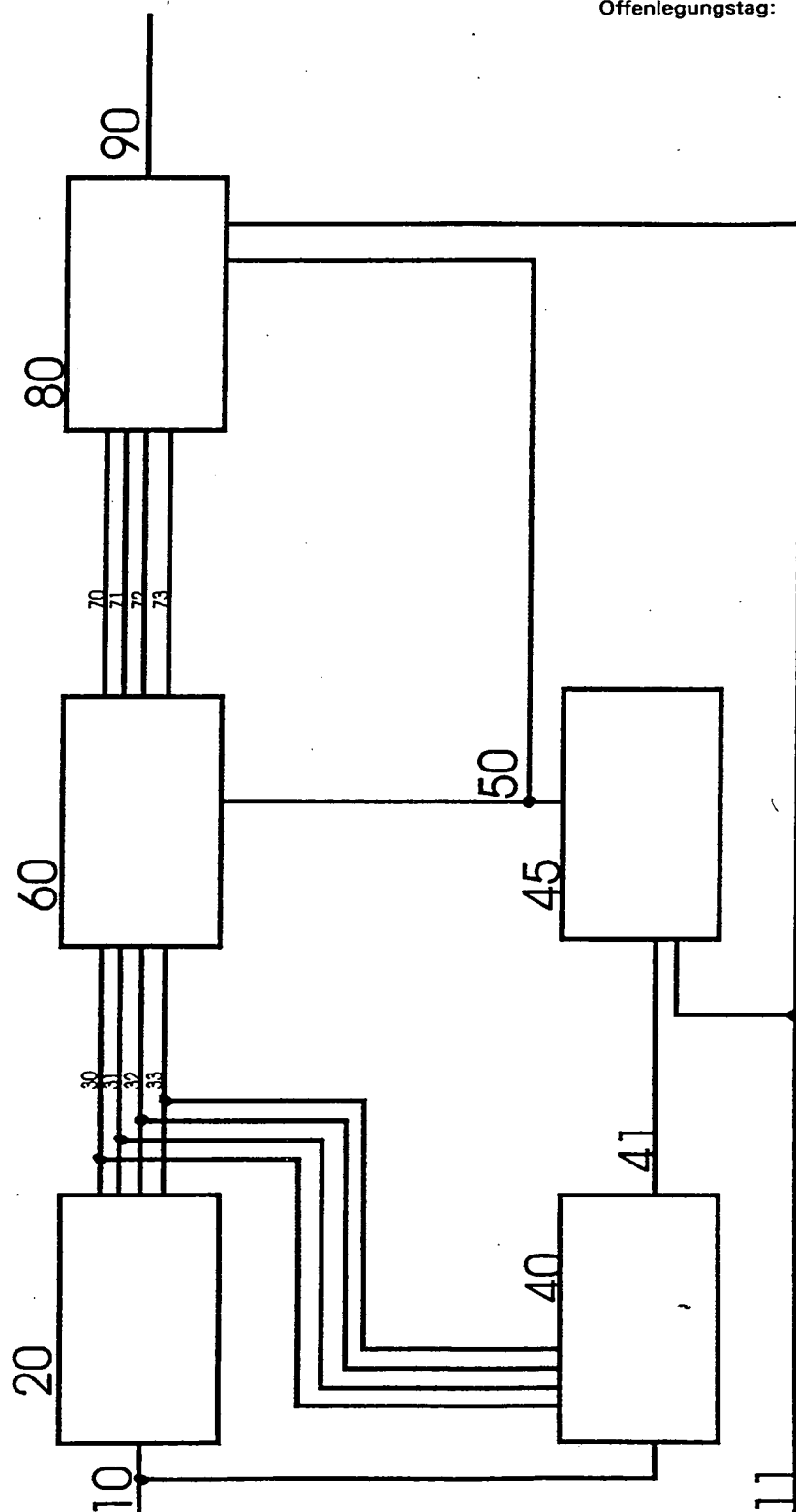


Fig. 1b

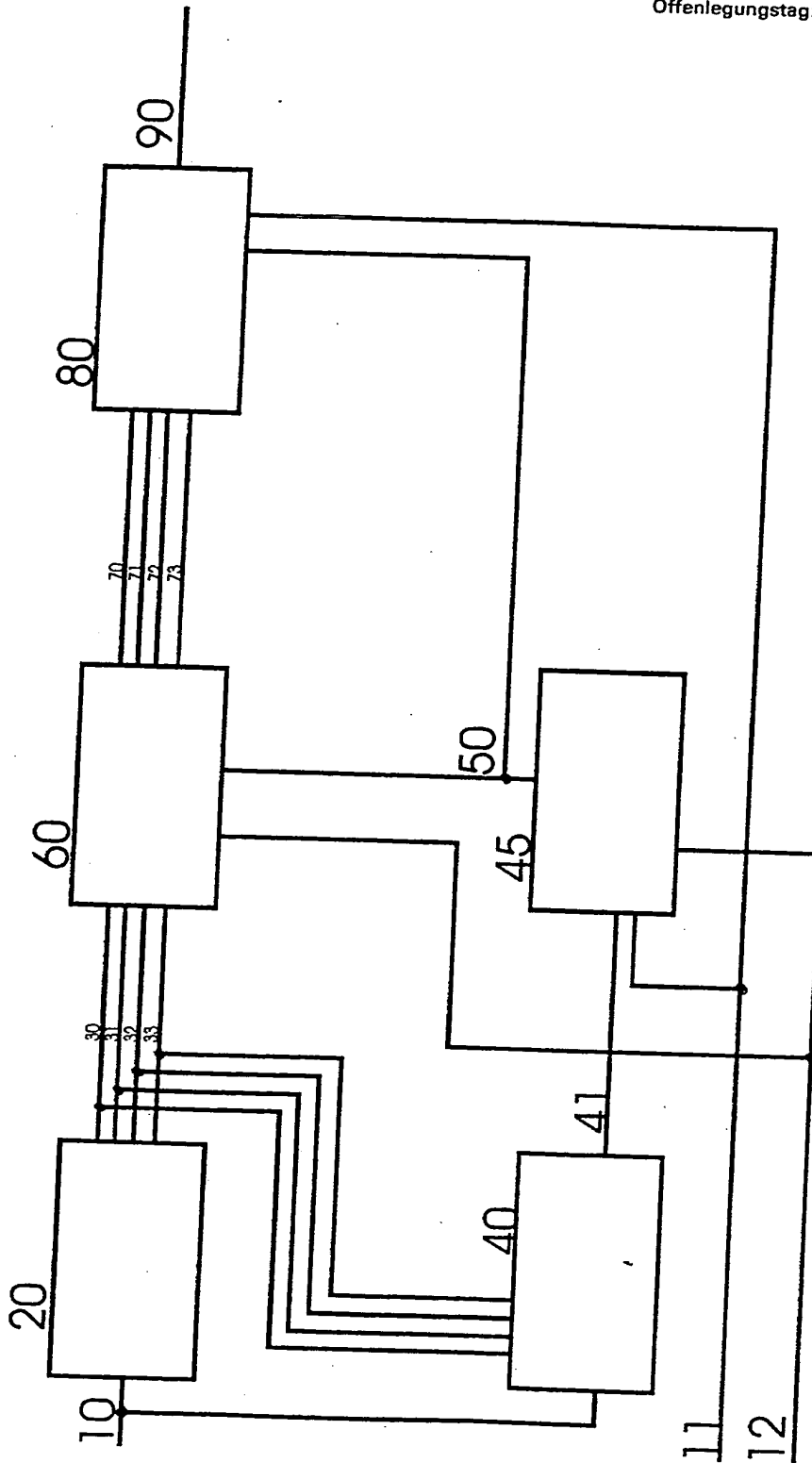


Fig. 1C

Fig. 2a

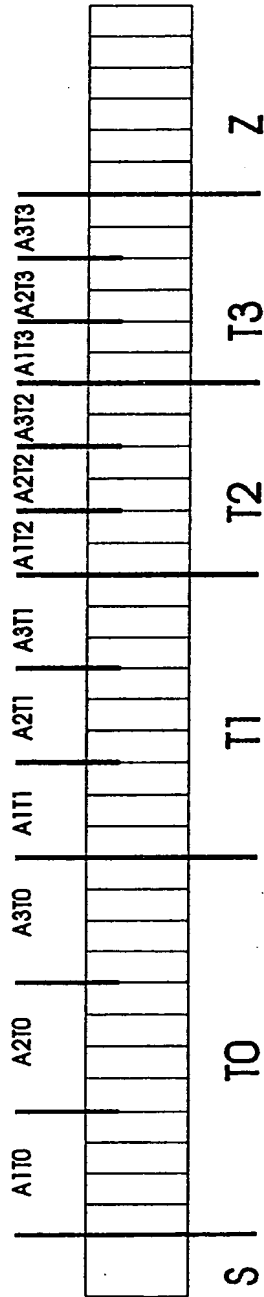


Fig. 2b

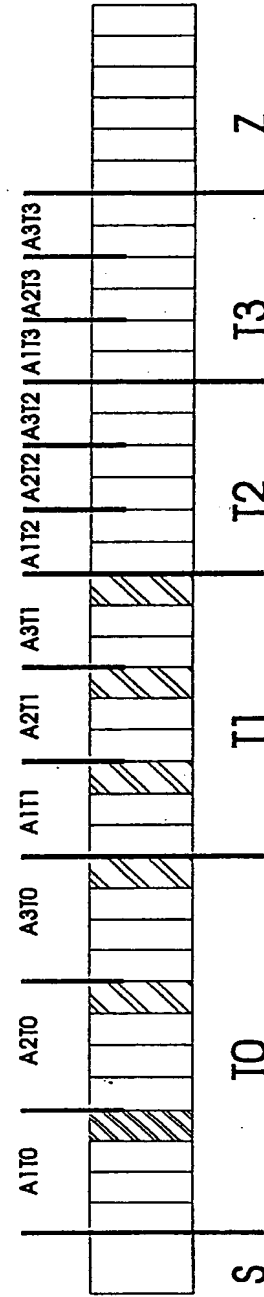


Fig. 3a

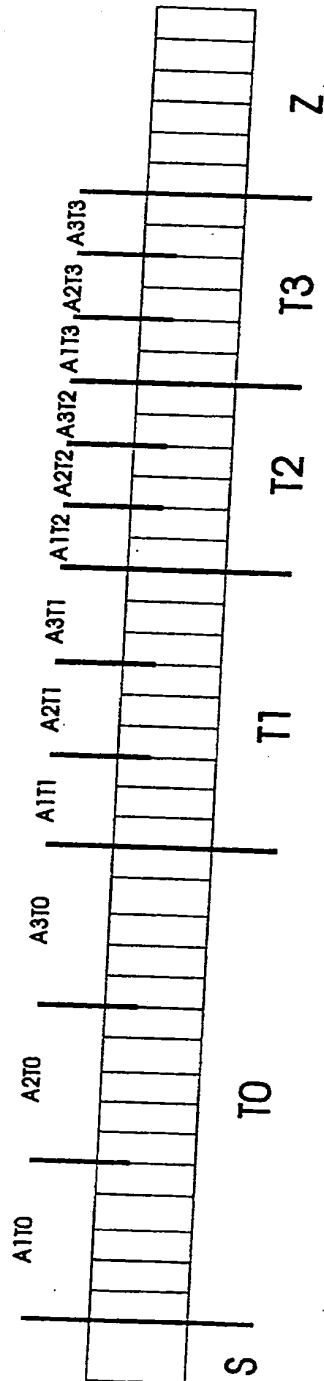
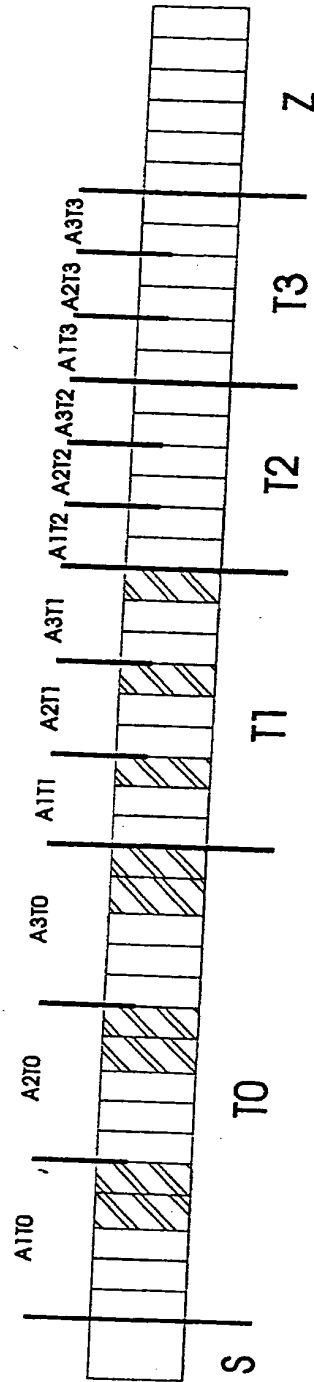


Fig. 3b



Nummer:
Int. Cl.⁶:
Offenlegungstag:

DE 44 30 864 A1
H 04 B 1/66
7. März 1996